

STRATOTYPE CÉNOMANIEN

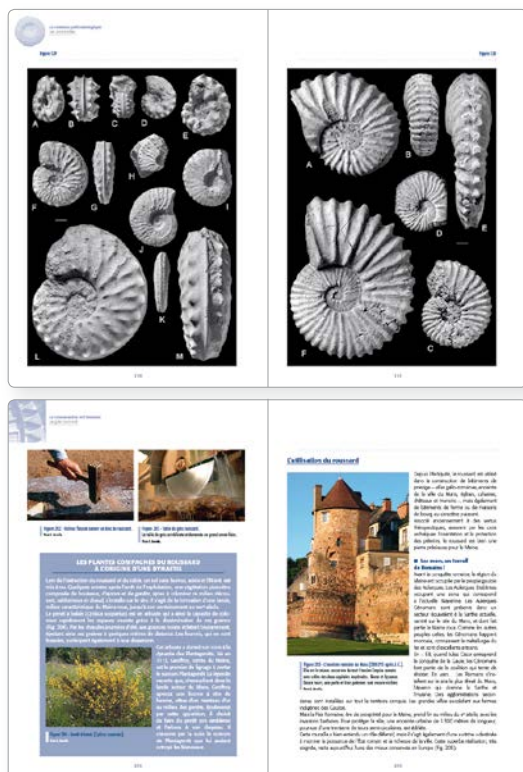
Nicolas **Morel**, coordinateur

Le temps du géologue est divisé en étages définis par les fossiles qu'ils contiennent. Afin d'établir des références universelles, certains sites où les couches géologiques correspondant à ces étages affleurent ont été qualifiés de « stratotypes ». La collection a pour objet de publier des synthèses sur chacun des stratotypes situés en France.

La région du Mans (*Cenomanum*) a été choisie par Alcide d'Orbigny en 1847 comme le type d'un nouvel étage géologique du Crétacé qui constitue aujourd'hui la référence internationale de l'étage Cénoomanien. L'ambition de cet ouvrage est dans un premier temps de faire découvrir l'histoire de l'étude du Cénoomanien. Les sites historiques, dont la plupart sont aujourd'hui inaccessibles, sont également décrits. Dans un deuxième temps, la région stratotypique est décryptée afin de comprendre l'enchaînement des formations géologiques qui constituent le Cénoomanien local puis de les replacer au sein du Bassin parisien, voire plus largement à l'échelle mondiale. Une part importante de ce volume est consacrée à la paléontologie du stratotype qui est en grande partie à l'origine de sa sélection par d'Orbigny. Certains groupes fossiles, notamment les mollusques, les crustacés et les échinodermes, sont d'une richesse exceptionnelle. Enfin, le stratotype Cénoomanien, par ses sites et ses collections, est un élément indiscutable du patrimoine géologique national.

Collection **Patrimoine géologique**, tome 6 | 165 x 240 mm broché | texte en français | 384 p., 274 figures coul., 11 tableaux | CD-ROM (contenu paléontologique et chapitres complémentaires) | ISBN 978-2-85653-775-6 | Prix 35,90€ TTC (34,03€ HT) | Septembre 2015

plus de renseignements et de contenus
sur la librairie en ligne des Publications scientifiques



PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DU MUSÉUM
ACCÈS PAR PUBLIC
MON COMPTE
MON PANIER
A' A'
FR
L'UNIVERS MUSÉUM

PATRIMOINE GÉOLOGIQUE
Stratotype Cénoomanien

LIRE LA SUITE

#
ACTUALITÉS
PRÉSENTATION DU SERVICE
COLLECTIONS
PÉRIODIQUES
INFOS PRATIQUES
LIBRAIRIE
Rechercher

À LA UNE

Bienvenue sur le nouveau site Internet des Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Vous trouverez ici l'ensemble des collections et périodiques publiés par le Muséum. Les ouvrages et fascicules de périodiques sont maintenant disponibles à la vente, via la boutique en ligne, ou bien en venant directement sur place ; les articles de périodiques, dans leur version intégrale, sont de nouveau consultables en ligne.

ACTUALITÉS

Nouvelles parutions : *Adansonnia* 37 (1), *Geodiversitas* 37 (2), *Zoosystema* 37 (2) et *Anthropozoologica* 50 (1)



Commandez vos ouvrages depuis le **monde entier** sans intermédiaire. Navigation transversale par **Moteur de recherche**, **Thèmes** et **Géozones**.

Téléchargez gratuitement les articles des revues *Geodiversitas*, *Zoosystema* et *Adansonnia* (publiés depuis 2000). D'autres revues sont consultables ou référencées...

Composez votre propre sélection en éditant un **catalogue** personnalisé au format PDF (A4).

SCIENCEPRESS.MNH.N.FR

MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
PUBLICATIONS
SCIENTIFIQUES



Comment HOMO SAPIENS a conquis la planète

Curtis Marean

Une grande capacité à coopérer et l'invention des armes de jet expliqueraient pourquoi, de toutes les espèces humaines ayant vécu sur Terre, la nôtre est la seule à avoir investi la planète entière.

On ignore quand exactement, mais il y a environ 100 000 ans, *Homo sapiens* aborde l'Eurasie à partir de l'Afrique. L'expansion de notre espèce sur la planète s'enclenche, inexorablement. Nos ancêtres finissent par gagner tous les continents et de très nombreux archipels. Sur leur chemin, ils rencontrent des membres d'autres espèces humaines, qui disparaissent toutes, à l'instar d'un grand nombre d'espèces animales. Le passage en Eurasie d'*Homo sapiens* est sans doute l'événement migratoire majeur de toute l'histoire de notre planète.

Pourquoi l'espèce *Homo sapiens*, l'« homme moderne », est-elle la seule à avoir tout dominé ? Pour certains paléoanthropologues, cela tiendrait à son gros cerveau ; pour d'autres, aux innovations techniques d'*H. sapiens* ; pour d'autres encore, au climat, qui aurait affaibli les espèces humaines concurrentes. Étant

L'ESSENTIEL

- *Homo sapiens* est la seule espèce humaine à avoir colonisé la planète entière. Les anthropologues se demandent depuis longtemps pourquoi.
- Des conditions glaciaires ont sélectionné chez les hommes modernes une forme d'hypersocialité.
- La grande capacité à coopérer qui en a résulté et l'invention d'armes de jet performantes ont placé *H. sapiens* en position de dominer le monde.

donné l'amplitude spectaculaire de l'expansion d'*H. sapiens*, aucune de ces théories ne convainc et il nous manque une théorie décrivant cet événement complexe dans sa globalité.

Nos découvertes en Afrique du Sud ainsi que plusieurs avancées en biologie et en sciences sociales m'ont amené à proposer un mécanisme simple susceptible d'expliquer la conquête du globe par *H. sapiens*. Selon moi, cette étonnante dispersion s'est produite d'abord grâce à l'évolution et à l'inscription dans les gènes de nos ancêtres de la capacité à coopérer entre individus non apparentés. Ce trait singulier de notre espèce expliquerait l'adaptation de nos ancêtres à tant d'environnements différents et aurait favorisé l'innovation, laquelle a entraîné la mise au point d'armes de jet efficaces. Ainsi équipés et dotés d'un comportement collectif très adaptatif, nos ancêtres sont

sortis d'Afrique et ont soumis le monde à leur volonté.

La colonisation de la planète par *H. sapiens* est vraiment extraordinaire. Pour s'en rendre compte, remontons à la naissance de notre espèce en Afrique, il y a quelque 200 000 ans.

Des dizaines de milliers d'années durant, nos premiers ancêtres restent sur le continent africain, puis, il y a environ 100 000 ans, voire avant, quelques groupes de ces «hommes anatomiquement modernes» font une incursion au Moyen-Orient. L'opinion dominante parmi les préhistoriens est que ces pionniers auraient été incapables d'aller plus loin (voir l'encadré page 31).

Une expansion qui a démarré il y a moins de 70 000 ans

Puis, il y a moins de 70 000 ans, une population fondatrice sort d'Afrique et s'étend en Eurasie. Ses membres rencontrent et côtoient des membres d'autres espèces humaines, par exemple les Néandertaliens en Europe et les Denisoviens en Asie. Force est de constater que, peu après l'arrivée des hommes modernes, les traces des autres humains se perdent, bien qu'une partie de leur ADN persiste chez nos contemporains, sans doute à la suite de métissages occasionnels.

Parvenus sur les rivages de l'Asie du Sud-Est, bloqués par une mer apparemment illimitée et dépourvue d'îles, les hommes modernes vont pourtant trouver les moyens de poursuivre leur expansion. Il y a plus de 45 000 ans, ils réussissent à faire la traversée vers l'Australie. Des groupes disposant d'armes de jet et maîtrisant le feu occupent très vite le royaume des marsupiaux qu'aucun humain n'avait encore foulé. Ils en font vite disparaître les plus grandes espèces marsupiales, avant, il y a quelque 40 000 ans, de passer en Tasmanie par un isthme alors émergé.

Dans l'hémisphère Nord, une population d'*H. sapiens* pénètre en Sibérie. Elle rayonne dans les régions entourant le pôle Nord, mais les glaces les empêchent d'atteindre l'Amérique. Selon le consensus scientifique, cela ne sera fait qu'il y a 14 000 ans environ, quand des groupes de chasseurs traversent la Beringie, c'est-à-dire l'isthme qui reliait alors la Sibérie orientale à l'Alaska. L'arrivée en Amérique

de chasseurs humains auxquels la faune n'avait encore jamais été confrontée provoque le massacre et entraîne la disparition de grands animaux américains, tels les mastodontes et les paresseux géants...

Une fois établis en Amérique, les hommes modernes n'ont besoin que de quelques milliers d'années pour atteindre l'extrême sud de l'Amérique.

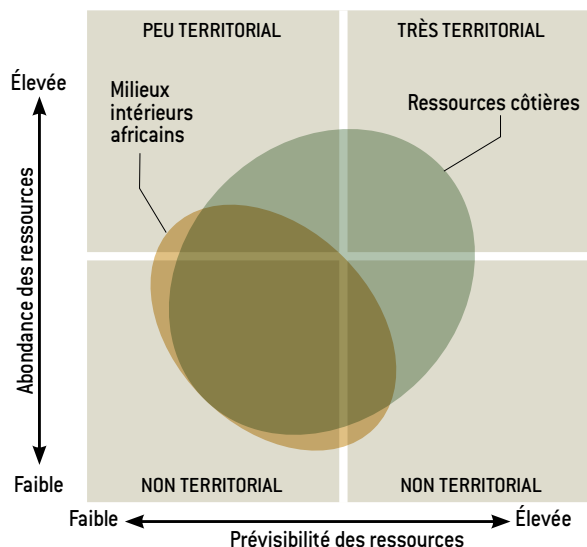
Quant à Madagascar et à la plupart des îles du Pacifique, elles restent préservées de la présence humaine pendant encore 10 000 ans, puis des peuples marins découvrent et colonisent ces endroits. Ces îles aussi souffrent de l'arrivée des hommes modernes, qui remodelent l'environnement, brûlent les forêts et exterminent des espèces. Seule l'Antarctique restera préservée de l'homme jusqu'à la fin de l'ère industrielle.

Pourquoi et comment, après être resté des dizaines de milliers d'années confiné dans son continent d'origine, *H. sapiens* en est-il sorti et a-t-il colonisé toutes les terres atteignables? Une bonne théorie de cette dissémination devra expliquer deux choses: d'une part, le moment où elle a commencé; d'autre part, l'adaptation à tous les milieux et l'évincement des autres espèces humaines rencontrées. Pour échafauder une telle théorie, je propose que l'évolution a conféré à notre espèce des caractères qui l'ont dotée d'avantages compétitifs et dont étaient dépourvues les autres espèces humaines.

Le premier de ces traits est selon moi la très grande capacité de coopération des hommes modernes. Les membres de notre espèce s'engagent en effet sans cesse dans des activités collectives extrêmement

DÉFENDRE UN TERRITOIRE PLEIN DE RESSOURCES

Une loi de la biologie est que la sélection naturelle favorise la territorialité, c'est-à-dire la défense agressive des ressources alimentaires, chaque fois que les bénéfices d'un accès exclusif à ces ressources l'emportent sur les coûts liés à leur protection. Dans les petites sociétés humaines, la territorialité se développe particulièrement chaque fois que les ressources alimentaires sont abondantes localement et prévisibles. Or les régions côtières africaines où vivaient nos ancêtres offraient des bancs de coquillages et des crustacés faciles à pêcher constituant de telles ressources. Cet environnement a pu développer à un haut degré la territorialité dans les premiers groupes de *Homo sapiens*.



complexes avec des individus qu'ils connaissent à peine et qui ne leur sont pas apparentés. Dans son livre *L'instinct maternel* (*Mothers and Others*, en anglais), Sarah Blaffer Hrdy, une anthropologue de l'université de Californie à Davis, s'imaginer plusieurs centaines de chimpanzés en train de faire la queue pour prendre l'avion, embarquant, puis restant assis pendant des heures avant de sortir comme des robots répondant à un signal... inimaginable ! Dans une telle situation, nos cousins primates ne cesseraient de se battre. Cette expérience de pensée souligne à quel point les hommes modernes sont coopératifs.

L'hyperprosocialité, notre marque de fabrique

Pour nommer ce penchant extrême à la coopération, j'ai forgé le néologisme d'« hyperprosocialité ». Pour moi comme pour beaucoup de mes collègues, l'hyperprosocialité n'est pas un trait acquis, mais un trait inné, que l'on ne rencontre que chez *H. sapiens*. D'autres animaux, tels les loups ou les bovidés, ont aussi des tendances prosociales, mais elles ne sont qu'un pâle reflet de la nôtre. Cette nature coopérative est à double tranchant. Les mêmes humains qui risquent leur vie pour défendre de parfaits étrangers peuvent aussi s'associer pour les combattre sans pitié.

Ainsi, l'hyperprosocialité serait notre « marque de fabrique ». La question de savoir comment nos ancêtres l'ont acquise est difficile. Une récente modélisation mathématique de l'évolution sociale en a toutefois fourni des indices intéressants. Sam Bowles, économiste à l'institut de Santa Fe (spécialisé dans l'étude des systèmes complexes), a montré que, paradoxalement, l'existence de conflits entre groupes est une condition optimale à la propagation de l'hyperprosocialité au sein d'une population. Dans une telle situation, ce sont les groupes composés du plus grand nombre d'individus prosociaux qui « fonctionnent » le mieux et prennent l'avantage, grâce à quoi ils transmettent mieux leurs gènes aux générations suivantes. La propagation de l'hyperprosocialité dans l'espèce humaine est ainsi facilitée.

Les travaux du biologiste Pete Richerson, de l'université de Californie à Davis, et de l'anthropologue Rob Boyd, de l'université de l'Arizona, suggèrent en outre qu'un tel comportement se propage mieux

s'il apparaît dans une sous-population, si la compétition entre groupes y est intense et si ces groupes sont petits. Or la génétique a prouvé que la population africaine originelle d'*H. sapiens* était très petite.

Les chasseurs-cueilleurs ont tendance à vivre en petites bandes d'environ vingt-cinq individus, et à rechercher leurs conjoints dans les clans voisins. Leurs clans forment des « tribus » caractérisées par une certaine communauté de langage et de traditions, et dont la cohésion est maintenue par des liens de parenté et des échanges de présents. Or il arrive que les tribus se rassemblent pour combattre d'autres tribus. Les membres des clans risquent alors beaucoup, ce qui pose la question de leur motivation.

Quand est-il rentable de se battre ? La théorie de la « défendabilité économique » (*economic defendability*) apporte quelques éclairages. Introduite en 1964 par l'Américain Jerram Brown pour expliquer les variations de l'agressivité territoriale chez les oiseaux, elle traduit l'idée que la défense des ressources d'une espèce a un coût, que ce soit en termes de blessures, d'énergie dépensée ou d'accès aux ressources. Selon Jerram Brown, les individus agissent avec agressivité lorsqu'ils poursuivent des objectifs dont l'atteinte augmente leurs chances de survie et de reproduction. Ainsi, la sélection naturelle favorisera un comportement agressif lorsque ce dernier permet d'atteindre de tels objectifs.

Par exemple, un animal a intérêt à défendre sa nourriture quand celle-ci est menacée. En fonction de la fréquence de cette menace, un comportement agressif pourra éventuellement être sélectionné. En revanche, si la nourriture ne peut être défendue ou s'il est trop coûteux de le faire, ce comportement agressif, avec toutes les blessures qu'il promet, risque d'être contre-productif.

Dans un article de 1978, les Américains Rada Dyson-Hudson et Eric Alden Smith ont appliqué le concept de défendabilité économique aux petites sociétés humaines. Leurs résultats montrent que la défense de ressources a du sens surtout quand ces dernières sont importantes et prévisibles (d'un accès sûr). J'ajouterais qu'elles doivent aussi être cruciales pour l'organisme en question : aucun animal ne défend une ressource dont il n'a pas besoin.

■ L'AUTEUR



Curtis MAREAN est professeur à l'école d'évolution humaine et de changement social à l'université d'Arizona, aux États-Unis.

La défense
des ressources
d'une espèce
a un coût



CES MICROLITHES provenant du site de Pinnacle Point (à gauche) prouvent que des hommes modernes avaient déjà inventé des armes de jet il y a 71 000 ans. Ils fixaient ces lames sur des hampes en bois pour fabriquer des sagaies, comme dans ces reconstitutions (à droite).

Ce principe écologique de base s'applique aussi à l'humanité : tant des États que des ethnies, voire des groupes religieux, se battent durement pour le contrôle de ressources prévisibles et précieuses, telle le pétrole, l'eau ou encore les terres arables. L'une des conséquences de cette théorie territoriale est qu'à l'époque des premiers *H. sapiens*, les régions favorisant la compétition entre groupes, et donc les comportements coopératifs, n'ont pu recouvrir qu'une partie seulement de l'aire de répartition de l'espèce. Cette partie est composée de toutes les régions où les ressources étaient de qualité, abondantes et prévisibles.

À l'intérieur de l'Afrique, les ressources sont souvent rares et imprévisibles, ce qui explique que la plupart des groupes de chasseurs-cueilleurs africains ayant été étudiés investissent peu de temps et d'énergie pour défendre un territoire. Certaines régions côtières ont toutefois des ressources alimentaires importantes et prévisibles, par exemple des bancs de coquillages ou des crustacés faciles à pêcher. Or tant l'ethnographie que l'archéologie montrent que les régions où apparaissent les plus hauts niveaux de conflits entre groupes sont celles dont l'économie est fondée sur les ressources côtières, comme ce fut le cas

par exemple au sein des peuples vivant sur la côte pacifique nord de l'Amérique.

Quand les hommes ont-ils fondé pour la première fois leur subsistance sur des ressources importantes et prévisibles ? Des millions d'années durant, nos lointains ancêtres se sont nourris des produits de la cueillette, de la chasse et de la pêche, autant de ressources qui ne sont en général disponibles qu'en faibles quantités imprévisibles. C'est pourquoi nos ancêtres chasseurs-cueilleurs vivaient en petits groupes dispersés et mobiles, se déplaçant constamment à la recherche de nourriture. Toutefois, avec la complexification de la cognition humaine, une population humaine a compris qu'elle pourrait mieux assurer sa subsistance en se nourrissant de coquillages et de crustacés.

Les fouilles de mon équipe sur les sites de Pinnacle Point prouvent qu'il y a 160 000 ans, ce changement de comportement avait débuté sur la côte sud de l'Afrique. C'est là peut-être que, pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, des groupes humains se sont spécialisés dans l'exploitation d'une ressource alimentaire importante, prévisible et de grande valeur – une avancée qui a déclenché une mutation sociale.

Des indices génétiques et archéologiques suggèrent que pendant la période

froide qui va de 195 000 à 125 000 ans environ, l'humanité est passée par un goulot d'étranglement démographique, c'est-à-dire par des effectifs très faibles. Alors que les rudes conditions glaciaires rendaient rares végétaux et animaux comestibles dans les écosystèmes de l'intérieur de l'Afrique, les environnements côtiers lui fournirent sans nul doute des « refuges alimentaires ».

Des refuges alimentaires sources de conflits

Toutefois, la nécessité de contrôler les vitales ressources côtières constituait aussi une raison sérieuse de conflits. Jan de Vynck, de l'université métropolitaine Nelson Mandela, a récemment montré que les bancs de fruits de mer de la côte sud de l'Afrique peuvent être si productifs qu'ils fournissent jusqu'à 4 500 kilocalories par heure de collecte ! Une telle côte constitue ainsi une ressource alimentaire importante, prévisible et de grande valeur. Elle n'a pu qu'entraîner nos ancêtres à défendre leur territoire. Cette « territorialité » a produit un haut niveau de conflits, se traduisant par des combats réguliers, bref par une compétition guerrière, qui a sélectionné les comportements hyperprosociaux. Se

battre pour s'assurer de conserver un accès exclusif aux gisements de coquillages et de crustacés était avantageux pour le groupe. Cela a induit un comportement collaboratif, qui s'est propagé dans toute la population.

La coopération au sein de groupes d'individus non apparentés a transformé les hommes modernes en une force irrésistible. Je pense toutefois qu'ils n'ont atteint leur plein potentiel que le jour où ils ont disposé d'une nouvelle technique décisive : des armes de jet efficaces.

Le développement des armes de jet

Cette invention a dû mettre très longtemps à émerger. Les armes de jet ont vraisemblablement évolué ainsi : des épieux de bois ont d'abord été lancés à la main, puis des sagaies plus légères, avant que vienne l'idée du propulseur, un dispositif à effet de levier accroissant la portée des projectiles ; ensuite, l'arc et les flèches, les sarbacanes puis tous les moyens inventés par les hommes pour lancer des projectiles mortels se sont ensuivis.

À chaque étape, les armes de jet sont devenues plus létales. Une lance de bois taillée en pointe produit une blessure ponctuelle, qui ne provoque qu'une faible hémorragie chez l'animal visé. En armant leurs sagaies de lames de pierre, nos ancêtres ont augmenté le saignement provoqué par la blessure. Une telle élaboration d'armes composites requiert la combinaison de plusieurs techniques : la taille d'une pierre, le façonnage d'une hampe facilitant la fixation, un collage ou un lien...

Avec des collègues, Jayne Wilkins, de l'université du Cap, a montré que des outils en pierre provenant du site sud-africain Kathu Pan 1 ont été employés comme pointes de lances il y a environ 500 000 ans. L'âge des techniques de Kathu Pan 1 indique qu'elles sont l'œuvre des derniers ancêtres communs (*Homo heidelbergensis*) des Néandertaliens et des hommes modernes. Or des vestiges datant de 200 000 ans montrent que, comme on pouvait s'y attendre, les

Les armes de jet
sont devenues
de plus en plus
meurtrières

Quand *Homo sapiens* est-il vraiment sorti d'Afrique ?

La carte publiée sur la double page suivante résume la dispersion de notre espèce sur la planète, telle qu'on la voit actuellement. Elle est fondée sur l'idée, dominante aujourd'hui, que le phénomène ne s'est réellement enclenché qu'il y a 70 000 ans environ, ce qui est de plus en plus douteux.

En 2010, l'équipe internationale de Wu Liu, de l'Académie des sciences chinoises, annonçait avoir trouvé un bout de mandibule de *Homo sapiens* sous un plancher stalagmitique dans la grotte de Zhiren dans le sud chinois. Or la datation de ce plancher par l'uranium-thorium ne laisse pas de doute : il date de plus de 100 000 ans. Toutefois, à cause de la présence sur la mandibule de traits considérés comme archaïques, une partie des chercheurs refuse de conclure avec Wu Liu à la présence ancienne de notre espèce en Asie orientale. Pas découragé, il vient, avec une

nouvelle équipe internationale, de découvrir dans la grotte de Fuyan, elle aussi dans le sud chinois, une série de dents indéniablement *sapiens*. La datation de fragments de stalagmites trouvés à côté des dents indique un âge compris entre 120 000 et 80 000 ans. Plus de doute, cette fois : des hommes modernes sont arrivés en Asie du Sud-Est il y a bien plus de 70 000 ans.

Pourquoi situe-t-on à cette date le début de la dispersion d'*H. sapiens* ? Dans les années 1930, des *H. sapiens* archaïques sont découverts dans les grottes de Qafzeh et de Skhul en Israël, donc hors d'Afrique. Ils sont

dotés d'arcades sourcilières prononcées et d'autres traits archaïques observés aussi sur les *H. sapiens* nord-africains de même époque. Par ailleurs, on note que ces *H. sapiens* partagent la culture matérielle des Néandertaliens (le Moustérien), qui sont aussi au Levant et qui y resteront encore 40 000 ans. Bref, on conclut que les premiers membres de notre espèce hors d'Afrique y ont reflué, car ils n'étaient pas encore capables de conquérir la planète.

Que changent à ce propos les trouvailles de l'équipe de Wu Liu ? La mandibule de Zhiren est *sapiens*, certes, mais « archaïque ». La question est de savoir si ses traits particuliers résultent de son appartenance à une vague d'*H. sapiens* archaïques sortis d'Afrique il y a plus de 100 000 ans ou du métissage de ses membres avec ceux

des espèces humaines archaïques rencontrées en chemin. Cette dernière possibilité semble d'autant plus envisageable que l'on vient de constater que 8 % des gènes d'un *H. sapiens* mort il y a 45 000 ans en Roumanie étaient néandertaliens. Si une première vague *sapiens* est sortie d'Afrique il y a plus de 100 000 ans, alors notre espèce et celles qui l'ont précédée en Eurasie ont cohabité des dizaines de milliers d'années.

Les hommes dits archaïques ont-ils disparu parce que les hommes modernes les ont exterminés ? C'est la possibilité la plus souvent évoquée, mais pas la seule. Une autre serait que notre espèce ait crû si vite qu'elle a absorbé les autres après avoir recueilli leur expérience par métissage génétique et culturel.

– François Savatier
Pour la Science

deux espèces ont fabriqué des armes de jet. Pendant un temps, un certain équilibre entre Néandertaliens et premiers *H. sapiens* a donc dû se maintenir, mais la situation allait évoluer.

Selon les préhistoriens, l'apparition dans le registre archéologique d'outils dits « microlithiques » (lames et lamelles

de pierre) signale l'avènement de projectiles légers conçus et optimisés en fonction des lois balistiques pour être lancés. Trop petits pour être utilisés à la main, les microlithes étaient fixés dans des sillons creusés dans l'os ou le bois.

Les plus anciens exemples connus de ce type de technique proviennent justement

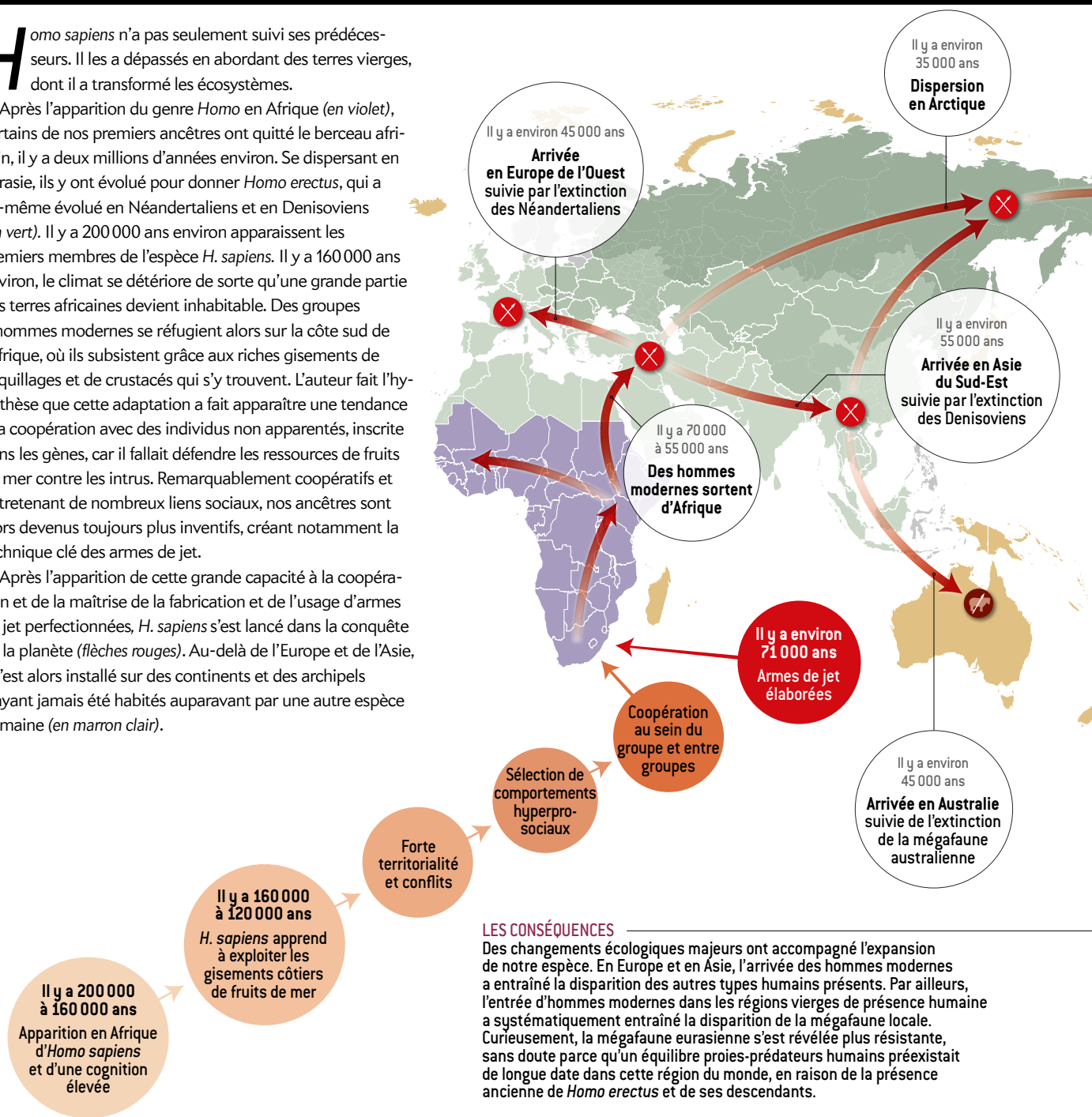
de Pinnacle Point. Là, dans l'abri rocheux PP5-6, mon équipe a mis au jour de nombreux témoignages d'une longue occupation humaine. En utilisant la datation par la luminescence stimulée optiquement, Zenobia Jacobs, de l'université de Wollongong en Australie, a montré que la séquence archéologique correspondante s'étend de

L'ULTIME ENVAHISSEUR

Homo sapiens n'a pas seulement suivi ses prédécesseurs. Il les a dépassés en abordant des terres vierges, dont il a transformé les écosystèmes.

Après l'apparition du genre *Homo* en Afrique (en violet), certains de nos premiers ancêtres ont quitté le berceau africain, il y a deux millions d'années environ. Se dispersant en Eurasie, ils y ont évolué pour donner *Homo erectus*, qui a lui-même évolué en Néandertaliens et en Denisoviens (en vert). Il y a 200 000 ans environ apparaissent les premiers membres de l'espèce *H. sapiens*. Il y a 160 000 ans environ, le climat se détériore de sorte qu'une grande partie des terres africaines devient inhabitable. Des groupes d'hommes modernes se réfugient alors sur la côte sud de l'Afrique, où ils subsistent grâce aux riches gisements de coquillages et de crustacés qui s'y trouvent. L'auteur fait l'hypothèse que cette adaptation a fait apparaître une tendance à la coopération avec des individus non apparentés, inscrite dans les gènes, car il fallait défendre les ressources de fruits de mer contre les intrus. Remarquablement coopératifs et entretenant de nombreux liens sociaux, nos ancêtres sont alors devenus toujours plus inventifs, créant notamment la technique clé des armes de jet.

Après l'apparition de cette grande capacité à la coopération et de la maîtrise de la fabrication et de l'usage d'armes de jet perfectionnées, *H. sapiens* s'est lancé dans la conquête de la planète (flèches rouges). Au-delà de l'Europe et de l'Asie, il s'est alors installé sur des continents et des archipels n'ayant jamais été habités auparavant par une autre espèce humaine (en marron clair).



90 000 à 50 000 ans avant le présent. Les outils microlithiques les plus anciens de ce site remontent à environ 71 000 ans.

Ces dates suggèrent qu'un changement climatique a peut-être accéléré la mise au point d'armes de jet performantes. Il y a plus de 71 000 ans, les habitants de PP5-6 fabriquaient des pointes et des lames en

pierre à partir de quartzite. Comme l'a bien montré Erich Fisher, l'un des membres de notre équipe, la mer était à l'époque proche de Pinnacle Point. Les reconstitutions climatiques et de l'environnement faites par Mira Bar-Matthew, du Service géologique israélien, et par Kerstin Braun, de l'université d'Arizona, révèlent un

environnement caractérisé par de fortes pluies hivernales et une végétation arbus-tive, comme celui d'aujourd'hui. Mais il y a environ 74 000 ans, le climat de la planète a commencé à basculer vers un régime glaciaire. La mer a reculé, expo-sant la plaine continentale, et les pluies d'été se sont accrues, ce qui a multiplié les prairies grasses et les bois d'acacias. Nous pensons qu'un vaste écosystème à migrations saisonnières s'est alors créé sur la plaine autrefois submergée : les herbi-vores s'y déplaçaient vers l'est chaque été, puis vers l'ouest en hiver, en suivant à la trace les chutes de pluies et donc les poussées d'herbe fraîche.

On ignore pourquoi, après ce change-ment climatique, les habitants de PP5-6 ont commencé à fabriquer des armes de jet légères. Tout suggère cependant que c'était pour abattre des animaux migrant à travers la nouvelle plaine. Quelle qu'en soit la raison, les individus de cette région ont développé une méthode ingénieuse pour fabriquer leurs petits outils : ils se sont tournés vers un nouveau matériau de base – une roche appelée silcrète – qu'ils ont appris à chauffer au feu afin de faciliter sa taille en lames et lamelles coupantes. Ainsi, une conséquence du changement climatique aurait été l'accès qu'ont eu ces premiers hommes modernes à un approvi-sionnement régulier en bois de chauffage provenant des abondants acacias, et la fabrication d'outils microlithiques en sil-crète qui deviendra une tradition durable.

L'apparition des microlithes

Nous ne savons pas encore dans quelles armes de jet ces microlithes étaient employés. Ma collègue Marlize Lom-bard, de l'université de Johannesburg, en a étudié des exemples plus récents trouvés sur d'autres sites. Le fait que les traces d'impacts observées sur ces artefacts sont comparables à celles que l'on voit sur des pointes de flèches prouve pour elle que les microlithes sont à l'origine des armatures de flèches. Je ne suis pas tout à fait convaincu, car elle n'a pas étudié dans son étude les traces d'impacts que l'on trouve sur des projectiles lancés au propulseur. Que ce soit à Pinnacle Point ou ailleurs, je pense que le propulseur, un système plus simple que l'arc et les flèches, a précédé ces derniers.



Les Néandertaliens, une population trop petite pour réussir

Les Néandertaliens aussi sont entrés en expansion : il y a environ 130 000 ans, ils se sont dispersés au Proche-Orient et dans une partie de l'Asie occidentale. Ce faisant, ils ont prouvé leur grande capacité d'adaptation à de nombreux milieux et changements climatiques. Dès lors, pourquoi n'ont-ils pas autant réussi qu'*Homo sapiens* ?

Pour y réfléchir, les préhistoriens tentent depuis longtemps d'évaluer leur population. Toutefois, les sites, la saisonnalité des occupations, les quantités de vestiges laissés sont des indices très incertains. Ils sont quand même parvenus à la conviction que les effectifs néandertaliens n'ont jamais dépassé 200 000, et encore seulement peut-être pendant les périodes climatiques les plus favorables. Les paléodémographes procèdent à la même estimation à partir du nombre de femmes en âge de se reproduire, de la durée moyenne de vie d'un individu, du nombre

d'enfants survivants arrivant à l'âge de la procréation et autres paramètres démographiques. Ils parviennent à des effectifs compris entre 5 000 et 70 000, qui se mesurent donc en milliers.

Cette très faible taille de la population néandertalienne peut surprendre, mais l'analyse des gènes néandertaliens la confirme. Ainsi, le séquençage de l'ADN mitochondrial de trois fossiles de Néandertaliens européens (de Vindija en Croatie, de Feldhofer en Allemagne et d'El Sidrón en Espagne) a conduit à une estimation du nombre des

femmes en âge de se reproduire compris entre 5 000 et 9 000 seulement. D'autres estimations effectuées à partir de l'ADN nucléaire néandertalien déjà séquencé convergent vers cet ordre de grandeur de ce que les démographes nomment la population féminine efficace.

Ce résultat impressionnant est confirmé par l'observation de la diversité génétique néandertalienne. Dans un échantillon de trois Néandertaliens n'ayant vécu ni aux mêmes endroits ni aux mêmes époques (El Sidrón en Espagne, Vindija en Croatie, Denisova dans l'Altai), les paléogénéticiens ont trouvé un très grand nombre de gènes homozygotes. Or on sait bien que dans une population fortement homozygote, de nombreux individus expriment des maladies génétiques et ont peu ou pas de descendance. Du

reste, l'étude de la femme néandertalienne de Denisova montre qu'elle était le produit d'une union hautement consanguine : elle a été conçue par un couple formé d'un demi-frère et d'une demi-sœur, ou de doubles cousins, ou d'un oncle et d'une nièce, ou d'une tante et d'un neveu, ou d'un grand-père et de sa petite-fille, ou encore d'une grand-mère et de son petit-fils...

Il est clair qu'un effectif aussi faible n'a pu que fragiliser les cultures néandertaliennes face aux cultures *sapiens* en expansion. Pour autant, si les Néandertaliens étaient si peu nombreux, ils ont pu aussi être entièrement absorbés dans la masse *sapiens*. C'est ce que suggèrent les génomes européens actuels, qui contiennent 1 à 3 % de gènes néandertaliens.

— Silvana Condemi
CNRS, univ. d'Aix-Marseille

■ BIBLIOGRAPHIE

C. W. Marean, *The origins and significance of coastal resource use in Africa and Western Eurasia*, *Journal of Human Evolution*, vol. 77, pp. 17-40, 2014.

K. S. Brown *et al.*, *An early and enduring advanced technology originating 71,000 years ago in South Africa*, *Nature*, vol. 491, pp. 590-593, 2012.

C. W. Marean, *Quand la mer sauva l'humanité*, *Pour la Science*, n° 396, octobre 2010.

Je crois aussi que, comme les chasseurs-cueilleurs africains qui ont été étudiés par l'ethnographie, les premiers *H. sapiens* ont découvert qu'avec du poison, il était possible d'accroître le pouvoir meurtrier des projectiles. Une mise à mort, en effet, est toujours un chaos dangereux. Quand, dans la poussière, le sang et les odeurs de sueur et d'urine, un animal a été mis à terre, c'est sans doute là qu'il devient le plus meurtrier. Instinctivement, il emploie sa dernière énergie à se relever, puis à charger son agresseur pour, si possible le transpercer, par exemple d'un coup de corne. Les vies brèves et les corps brisés des Néandertaliens montrent qu'ils ont souvent subi les conséquences de ces instants dangereux de la chasse aux gros animaux, effectuée sans doute en lançant des épieux à la main. Un projectile paralysant a l'avantage de permettre au chasseur de s'approcher pour mettre à mort la proie sans trop de danger. Une telle arme a constitué une avancée technique majeure.

L'association d'armes de jet perfectionnées et d'un comportement hyperprosocial a créé un type nouveau de prédateur : un groupe humain aux membres très

coopératifs. Face à un tel superorganisme, plus aucune proie ou ennemi humain n'était en sécurité. Prenons conscience de l'efficacité de la combinaison de nouvelles caractéristiques : elle a par exemple rendu possible que six marins ne parlant pas la même langue souquent de concert à travers une houle de dix mètres jusqu'à mettre le harponneur à portée d'une baleine, un animal normalement trop puissant pour être pêché. De la même façon, une tribu de cinq cents personnes constituée de vingt clans connectés peut très vite constituer une petite armée apte à aller venger l'incursion territoriale d'une tribu voisine.

Coopération et prédation, un étrange mélange

L'émergence de cet étrange mélange de coopération et de prédation pourrait bien expliquer pourquoi, quand les conditions glaciaires sont revenues il y a entre 74 000 et 60 000 ans et ont à nouveau rendu inhospitalière la plus grande partie de l'Afrique, la population des *H. sapiens* a commencé à se disperser. Au lieu de se confiner à

l'extrémité de l'Afrique, comme lors de la précédente période froide, elle s'est répandue en Afrique australe et y a prospéré à l'aide d'une grande diversité d'outils perfectionnés. En effet, lors de cette nouvelle période climatique difficile, les hommes modernes étaient désormais assez bien pourvus en avantages sociaux et en techniques adaptées pour faire face. Les *H. sapiens* sont donc devenus les grands prédateurs des terres, avant, un jour, de le devenir aussi sur les mers. Grâce à cette capacité à maîtriser n'importe quel environnement africain, ils ont pu s'aventurer hors d'Afrique et aborder l'Eurasie, puis le reste du monde.

Les autres espèces humaines déclassées

Quant aux autres espèces humaines, leurs membres n'étaient pas capables de s'allier avec la même efficacité, tandis que leurs armes de jet étaient probablement moins performantes. Déclassés, ils n'eurent aucune chance face à la déferlante des *H.*

sapiens. Les anthropologues débattent depuis longtemps des raisons de la disparition des Néandertaliens. L'explication la plus troublante me semble être également la plus vraisemblable : les Néandertaliens ont été perçus par les hommes modernes comme des concurrents qu'il fallait éliminer...

Il m'arrive d'imaginer comment a pu se dérouler la fatidique rencontre des hommes modernes et des Néandertaliens. Je me représente des chasseurs réunis autour du feu se racontant avec force vantardise leurs combats héroïques contre des ours des cavernes ou des mammouths. Un jour cependant, ces récits prirent un tour plus sombre, voire terrifiant : ils témoignaient de l'arrivée d'une nouvelle population d'individus rapides et ingénieux, capables de projeter avec force et précision des lances à des distances incroyables. Ces étrangers venaient même la nuit en grand nombre massacrer les hommes et les enfants et emmener les femmes.

La triste histoire de la disparition des Néandertaliens, premières victimes de

l'ingéniosité et de l'esprit coopératif des hommes modernes, explique en partie les trop fréquents génocides survenant au sein de notre humanité actuelle. Quand les ressources ou les terres disponibles se raréfient, nous dénommons « les autres » ou « ces gens-là » ceux qui ne nous ressemblent pas ou qui parlent une autre langue. Nous voyons ensuite dans ces différences des raisons de rejeter ou, pire, d'exterminer des humains.

La science a identifié les stimuli qui déclenchent cette tendance à classer des gens comme « autres » et à les traiter de façon horrible. Mais le fait qu'*H. sapiens* ait évolué pour réagir à la pénurie de cette façon impitoyable pour ses concurrents ne signifie pas que cela doive continuer. La culture peut prendre le dessus, même sur les instincts les plus forts. J'espère que la prise de conscience des racines anciennes de l'agressivité que nous développons à l'égard des autres en cas de pénurie nous permettra de suivre enfin la plus importante de toutes les sagesses héritées de l'expérience de nos ancêtres : « Plus jamais ça. » ■



Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises

cnrs formation entreprises

14 axes de formation

Statistiques, bioinformatique et big data
Génie logiciel, modélisation, robotique
SIG, géographie, archéologie
Energie, environnement
Electronique, optique, métrologie
Matériaux et molécules : mise en oeuvre
Matériaux et molécules : caractérisation
Microscopie
Chromatographie, spectroscopie
Spectrométrie de masse
Résonance magnétique nucléaire
Biologie
Expérimentation animale
Qualité, sécurité

Des formations aux technologies de pointe pour les ingénieurs et les techniciens

Des stages de courte durée (3 à 5 jours),
se déroulant dans les laboratoires du cnrs,
en effectifs réduits (env. 10 stagiaires)

Une pédagogie basée sur l'expérimentation

La possibilité de stages organisés en intra-entreprise

Découvrez tous nos stages 2015 et 2016 : cnrsformation.cnrs.fr

cfe.contact@cnrs.fr

